

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-151050  
(P2000-151050A)

(43) 公開日 平成12年5月30日 (2000.5.30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 5 K	1/05	H 0 5 K	A 5 E 3 1 5
	1/02		F 5 E 3 3 8

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-322216

(22) 出願日 平成10年11月12日 (1998.11.12)

(71) 出願人 591074507

株式会社日本理化工業所  
東京都品川区大井1丁目20番6号

(72) 発明者 小林 誠

栃木県下都賀郡壬生町大字壬生甲3737 株  
式会社日本理化工業所栃木工場内

(72) 発明者 坂本 正明

栃木県下都賀郡壬生町大字壬生甲3737 株  
式会社日本理化工業所栃木工場内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

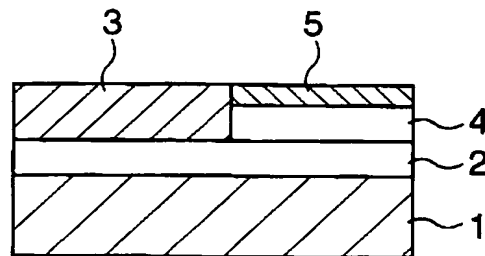
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 複合絶縁金属基板

## (57) 【要約】

【課題】 大電流回路および細密なパターンの小電流回路を同時に作製することが可能な複合絶縁金属基板を提供する。

【解決手段】 放熱用の金属板1と、この金属板1上に形成された第1の絶縁層2と、第1の絶縁層2の上に形成された0.2mm~2mmの厚さの大電流回路用の厚膜導電層3および該厚膜導電層3と近接して設けられた第2の絶縁層4と、第2の絶縁層4上に該厚膜導電層3と同一面となるように形成された小電流回路用の薄膜導電層5とを備え、第1の絶縁層2は1.4W/m・℃以上の熱伝導率を有し、第2の絶縁層4は5以下の誘電率と第1の絶縁層の熱伝導率よりも小さい熱伝導率とを有することを特徴とする複合絶縁金属基板。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 放熱用の金属板と、この金属板上に形成された第 1 の絶縁層と、第 1 の絶縁層の上に形成された 0.2mm～2mm の厚さの大電流回路用の厚膜導電層および該厚膜導電層に近接して設けられた第 2 の絶縁層と、第 2 の絶縁層の上に該厚膜導電層と同一面となるように形成された小電流回路用の第 1 の薄膜導電層とを備え、

第 1 の絶縁層は 1.4W/m・℃ 以上の熱伝導率を有し、

第 2 の絶縁層は 5 以下の誘電率と第 1 の絶縁層の熱伝導率よりも小さい熱伝導率とを有することを特徴とする複合絶縁金属基板。

【請求項 2】 該第 1 の絶縁層と該第 2 の絶縁層との間に、第 2 の薄膜導電層をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 記載の複合絶縁金属基板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回路用金属基板に関し、特に、大電流回路と小電流回路の両方を要求する電子機器回路に用いるための回路用金属基板に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、電子機器回路に用いられる回路用金属基板として、放熱用の金属ベース上に熱伝導性が優れた充填剤入りの熱硬化性樹脂層を形成し、この樹脂層の上に配線用の導電層を形成した構成の金属基板が知られている。この金属基板は、これらの金属ベース、熱硬化性樹脂層、および配線用の導電層を接合して一体化することによって作製される。導電層を加工して、所望の回路用配線パターンを形成する。

【0003】このような回路用金属基板としては、特開平 6-90071 号公報に示されているような複合絶縁金属基板が知られている。この複合絶縁金属基板は、パワー回路のような大電流回路と信号回路のような小電流回路とを同一平面上に形成した構成のものであり、電気機器の小型化に貢献する有用な基板として知られている。

【0004】しかし、特開平 6-90071 に示されているような複合絶縁金属基板においては、大電流回路と小電流回路とにおいて同じ厚さの導電層を配線用に共有していた。

【0005】小電流回路においては細密な配線パターンを形成するためには、導電層は薄い方が良い。しかし、大電流回路においては、このような薄い導電層から断面積の大きい配線を形成しようとする、配線幅が大きくなり回路自体が大きくなってしまおうという問題があった。

【0006】逆に、大電流回路においては配線の断面積を大きくするために導電層は厚い方が良い。しかし、小電流回路においては、導電層が厚くなると配線幅の小さい

い細密な配線パターンを加工することは困難であった。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、配線幅の小さい大電流回路および細密な配線パターンの小電流回路を同時に作製することが可能な複合絶縁金属基板を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、放熱用の金属板と、この金属板上に形成された第 1 の絶縁層と、第 1 の絶縁層の上に形成された 0.2mm～2mm の厚さの大電流回路用の厚膜導電層および該厚膜導電層に近接して設けられた第 2 の絶縁層と、第 2 の絶縁層の上に該厚膜導電層と同一面となるように形成された小電流回路用の第 1 の薄膜導電層とを備え、第 1 の絶縁層は 1.4W/m・℃ 以上の熱伝導率を有し、第 2 の絶縁層は 5 以下の誘電率と第 1 の絶縁層の熱伝導率よりも小さい熱伝導率とを有することを特徴とする複合絶縁金属基板が提供される。

【0009】本発明においては、該第 1 の絶縁層と該第 2 の絶縁層との間に、第 2 の薄膜導電層をさらに備えていることが好ましい。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明を、図面を参照して説明する。

【0011】図 1 は、本発明に係る複合絶縁金属基板の一例を示す断面図である。

【0012】図 1 に示すように、本発明に係る複合絶縁金属基板は、放熱用金属板 1、第 1 の絶縁層 2、大電流回路用の厚膜導電層 3、第 2 の絶縁層 4、および小電流回路用の第 1 の薄膜導電層 5 を備える。

【0013】放熱用の金属板 1 としては、例えばアルミ板などが挙げられる。金属板の厚さとしては、例えば 0.5～3mm である。

【0014】第 1 の絶縁層 2 は、放熱用金属板 1 の一表面の全面に渡って形成されており、その厚さは、例えば 0.08～0.26mm である。

【0015】第 1 の絶縁層 2 は、1.4W/m・℃ 以上の熱伝導率を有しており、後述する第 2 の絶縁層 4 よりも熱伝導率の大きい層である。

【0016】このような熱伝導率を有する第 1 の絶縁層 2 は、例えば、このような熱伝導率を有する第 1 の樹脂系絶縁材料からなるシートを配置したのちに、加熱などによって硬化させることで形成することができる。

【0017】第 1 の樹脂系絶縁材料は、例えば、熱硬化性樹脂 50～15 重量部と、3～10 の誘電率および 1.0W/m・℃ 以上の熱伝導率を有する充填剤 50～85 重量部とを配合することによって調製することができる。

【0018】熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ

樹脂、ポリイミド樹脂、トリアジン樹脂などが挙げられる。エポキシ樹脂としては、例えば、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノール型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂などが挙げられる。これらの樹脂をそれぞれ単独で、または混合して用いる。

【0019】充填剤としては、アルミナ、シリカ等の無機充填剤などが挙げられる。アルミナおよびシリカの熱伝導率、および誘電率値を下表1に示す。

【0020】

【表1】

表 1

充填剤	熱伝導率(W/m・℃)	誘電率(1MHz)
アルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	40	9.8
シリカ( $\text{SiO}_2$ )	1~1.2	3.5

(文献:『セラミック』東京大学編)

【0021】これらの充填剤をそれぞれ単独で、または混合して熱硬化性樹脂に添加する。

【0022】充填剤の添加量が、上述のように、50~85重量部であるのは、次の理由による。すなわち、充填剤の添加量が50重量部を下回ると調製された第1の樹脂系絶縁材料の熱伝導率が低すぎるからである。また、充填剤の添加量が85重量部を上回ると調製後の第1の樹脂系絶縁材料の取り扱いが難しくなるからである。

【0023】熱硬化性樹脂に添加する充填剤の種類および添加量を調整することによって、第1の樹脂系絶縁材料の熱伝導率および誘電率を容易に所望の値に調製することができる。

【0024】また、必要であるならば、樹脂の硬化を促進するための硬化促進剤をさらに加えても良い。硬化促進剤としては、例えば、イミダゾールなどが挙げられる。

【0025】厚膜導電層3および第2の絶縁層4は、第1の絶縁層2の上に形成されている。

【0026】厚膜導電層3は、パワー回路などの大電流回路で流れる大電流を流すための導電層である。大電流回路には、例えば20~100Aのような電流が流れる。

【0027】厚膜導電層3は例えば銅などの金属からなり、形態としては、例えば、板状および箔状などが挙げられる。このような形態の厚膜導電層3は、例えば、メッキ法、金属の板を貼り付ける方法、または貼り付けた金属の板にメッキを施す方法などによって形成することができる。厚膜導電層3をパターニングして、大電流回路で用いるための回路配線パターンを形成する。

【0028】厚膜導電層3の厚さは、好ましくは0.2mm~2mmである。厚膜導電層3の厚さがこの範囲であるのは、以下の理由による。すなわち、厚膜導電層3

の厚さが0.2mmを下回ると、厚膜導電層3から形成される配線の断面積が小さすぎるために、上述のような大電流を流したときに電流によるジュール熱によって配線が焼き切れる可能性がある。また、厚さが2mmを上回ると導電層3が厚すぎるために、後述する打ち抜き加工などによって厚膜導電層3をパターニングして配線を形成するときに、所望する加工精度が得られない。

【0029】第2の絶縁層4は、厚膜導電層3に近接して、第1の絶縁層2の上に設けられている。第2の絶縁層4の厚さは、厚膜導電層3と同じ0.2mm~2mmの範囲にある。ただし、第2の絶縁層4の上に形成される後述する第1の薄膜導電層5の厚さの分だけ厚膜導電層3よりも薄く形成する。これは、後述するように、第1薄膜導電層5と厚膜導電層3とが同一面となるようにするためである。

【0030】第2の絶縁層4は、5以下の誘電率と前述の第1の絶縁層2の有する熱伝導率よりも小さい熱伝導率を有する絶縁層である。

【0031】このような誘電率と熱伝導率とを有する第2の絶縁層4は、例えば、このような誘電率と熱伝導率とを有する第2の樹脂系絶縁材料からなるシートを配置したのちに、加熱などによって硬化させることによって形成することができる。

【0032】第2の樹脂系絶縁材料は、例えば、前述の第1の樹脂系絶縁材料を調製する方法と同様の方法によって調製することができる。すなわち、第2の樹脂系絶縁材料は、例えば、熱硬化性樹脂50~15重量部と、3~10の誘電率および1.1W/m・℃以上の熱伝導率を有する充填剤50~85重量部とを配合することによって調製することができる。ただし、第2の樹脂系絶縁材料は、第1の樹脂系絶縁材料よりも熱伝導率が小さくなるように、熱硬化性樹脂と充填剤とを上述の範囲内において配合して調製する。

【0033】熱硬化性樹脂および充填剤の種類としては、例えば、前述した第1の樹脂系絶縁材料を調製する際に用いるものと同じものを用いる。また、必要に応じて、前述した硬化促進剤をさらに加えても良い。

【0034】第1の薄膜導電層5は、第2の絶縁層4の上に形成されている。

【0035】薄膜導電層5は、信号回路のような小電流回路で流れる小電流を流すための導電層である。小電流回路には、例えば20A以下のような小電流が流れる。

【0036】薄膜導電層5を形成する材料としては、例えば銅などの金属が挙げられる。また、薄膜導電層5の形態としては、板状、箔状などが挙げられる。薄膜導電層5の形成は、厚膜導電層3の形成と同様に、例えば、メッキ法、銅などからなる金属板を貼り付ける方法、または貼り付けた銅などの金属板にメッキを施す方法によって形成することができる。

【0037】第1の薄膜導電層5の厚さは、例えば9μ

m $\sim$ 35  $\mu$ mである。

【0038】第1の薄膜導電層5は、前述したように、厚膜導電層3と同一面となるように第2の絶縁層4の上に形成する。

【0039】第1の薄膜導電層5の形態としては、例えば、箔状などが挙げられる。このような形態の薄膜導電層5をパターンニングして、小電流回路で用いるための回路配線パターンを形成する。

【0040】図2は、本発明に係る複合絶縁金属基板の別の形態を示す断面図である。

【0041】図2に示したように、本発明に係る複合絶縁金属基板は、第1の絶縁層2と第2の絶縁層4との間に、第2の薄膜導電層6をさらに備えていても良い。

【0042】第2の薄膜導電層6を形成する材料、厚さおよび形態は、第1の薄膜導電層5のところで述べた内容と同様である。

【0043】第2の薄膜導電層6には、小電流回路用の配線パターンが形成されていても良いし、形成されていなくても良い。

【0044】図2に示した第2の薄膜導電層6は、一例として配線パターンが形成されていない薄膜導電層6である。つまり、図2の薄膜導電層6は、第2の絶縁層4の下に全面に形成されている。このように全面に形成された薄膜導電層6は、例えば外部の回路と接続して接地電位にすることで、小電流回路用のシールド層として用いることができる。

【0045】図3は、本発明に係る複合絶縁金属基板の他の形態を示す断面図である。

【0046】図3に示したように、本発明に係る複合絶縁金属基板は、第1の絶縁層2の上に薄い第3の絶縁層7をさらに備え、この第3の絶縁層7の上に厚膜導電層3および第2の絶縁層4を備えていても良い。

【0047】第3の絶縁層7は、例えば100  $\mu$ m以下の厚さを有する薄い層である。

【0048】第3の絶縁層7は、第1の絶縁層2と同様に、1.4 W/m $\cdot$ °C以上の熱伝導率を有しており、やはり、第2の絶縁層4よりも熱伝導率の高い層である。

【0049】このような熱伝導率を有する第3の絶縁層7は、例えば、このような熱伝導率を有する第3の樹脂系絶縁材料を塗布するか、または第3の樹脂系絶縁材料からなるシートを配置したのちに、加熱などによって硬化させることによって形成することができる。

【0050】第3の樹脂系絶縁材料は、例えば、前述の第1の樹脂系絶縁材料を調製する方法と同様の方法によって調製することができる。すなわち、第3の樹脂系絶縁材料は、例えば、熱硬化性樹脂50 $\sim$ 15重量部と、3 $\sim$ 10の誘電率および1.1 W/m $\cdot$ °C以上の熱伝導率を有する充填剤50 $\sim$ 85重量部とを配合することによって調製することができる。ただし、第3の樹脂系絶縁材料は、第2の樹脂系絶縁材料4よりも熱伝導率が高

くなるように、熱硬化性樹脂と充填剤とを上記の範囲内において配合して調製する。

【0051】熱硬化性樹脂および充填剤の種類としては、例えば、前述した第1の樹脂系絶縁材料を調製する際に用いるものと同じものを用いる。また、必要に応じて、前述した硬化促進剤をさらに加えても良い。

【0052】第3の絶縁層7をさらに備える場合には、後述するように、第1の樹脂系絶縁材料を完全に硬化させて第1の絶縁層2を形成したのちに、この第1の絶縁層2の上に未硬化の第3の樹脂系絶縁材料を配置する。そして、例えば、この第3の樹脂系絶縁材料が未硬化のうちに厚膜導電層3、第2の絶縁層4、および第1の薄膜導電層5を配置し、その後、全体の構造を加圧下で加熱して第3の樹脂系絶縁材料を硬化させ第3の絶縁層7を形成する。絶縁層7が形成されるとともに、厚膜導電層3および第2の絶縁層4が第3の絶縁層7を介して第1の絶縁層2と接合され、第1の薄膜導電層5が第2の絶縁層4と接合される。

【0053】第3の絶縁層7を形成する利点は、以下の通りである。

【0054】第1の樹脂系絶縁材料が未硬化のうちに厚膜導電層3を形成し、その後、全体を加圧下で加熱して第1の樹脂系絶縁材料を硬化させようとすると、加圧の際に第1の樹脂系絶縁材料の厚さが変動することがある。すなわち、加圧によって、第1の樹脂系絶縁材料が、配線パターンが形成された厚膜導電層3の配線間の隙間に入り込んでしまい、第1の樹脂系絶縁材料の厚さが減少することがある。場合によっては、第1の樹脂系絶縁材料の厚さがほとんど無くなり、厚膜導電層3と放熱用の金属板1とが接触することもある。このような事態を避けるために、最初に第1の絶縁層2を形成して厚さを確保してから、第3の絶縁層7を介して厚膜導電層3を接合するのである。

【0055】第3の絶縁層7の厚さは、第1および第3の絶縁層の全体としての厚さが第1の絶縁層2とほぼ等しくなるように、第1の絶縁層7の厚さと比較してできる限り小さい方が良い。このような第3の絶縁層7の厚さとしては、上述したように、例えば100  $\mu$ m以下である。

【0056】図4は、本発明に係る複合絶縁金属基板の別の形態を示す断面図である。

【0057】図4に示したように、本発明に係る複合絶縁金属基板は、当然のことながら、上述の第3の絶縁層7を形成した後に、前述の第2の薄膜導電層6を形成しても良い。

【0058】図4においては、一例として、厚膜導電層3には大電流回路用の配線9が形成されており、また、第1の薄膜導電層5および第2の薄膜導電層6には、小電流回路用の配線11および配線13がそれぞれ形成されている。

【0059】図5は、本発明に係る複合絶縁金属基板の他の形態を示す断面図である。

【0060】図5に示したように、本発明に係る複合絶縁金属基板は、上述の第1の薄膜導電層5および第2の薄膜導電層6の両方を備えている場合には、両薄膜導電層5、6を電氣的に接続する導電材料を形成するためのスルーホールのような貫通孔14をさらに備えていることが好ましい。

【0061】図5において、貫通孔14は、第1の薄膜導電層5に形成された配線11、第2の薄膜導電層6に形成された配線13、および両薄膜導電層5、6の間の第2の絶縁層4を貫通して形成されている。貫通孔14は、配線11、13の形状に合わせて、所定の大きさの孔を有するものが所定の位置に形成される。

【0062】貫通孔14の側面に銅、銀のような金属等の導電材料15をメッキ法などによって形成するなどして、配線11および13を互いに電氣的に接続することができる。このようにして配線11、13を接続することによっていわゆる多層配線が可能となるため、複雑な配線を有する小電流回路をより高密度に作製することが

【0063】以上、説明した本発明に係る複合絶縁金属基板においては、大電流回路用の厚膜導電層3を厚さが0.2mm～2mmと非常に厚く形成し、小電流回路用の薄膜導電層5を例えば厚さが9μm～35μmと非常に薄く形成している。

【0064】このように本発明に係る複合絶縁金属基板においては、厚膜導電層2の厚さと薄膜導電層5の厚さとを大きく違えて形成しているために、配線幅の小さい大電流回路と細密な配線パターンの小電流回路とを同時\* 30

\*に作製することが可能となっている。

【0065】すなわち、大電流回路用の厚膜導電層3は0.2mm～2mmと非常に厚いために、配線幅を小さくしても配線の断面積を大きく保つことが可能であり、大電流を十分に許容することができる。回路の配線幅を小さくできるため、大電流回路自体を小さく抑えることができる。

【0066】また、小電流回路用の薄膜導電層5は例えば9μm～35μmと非常に薄いため、小電流回路において配線幅の小さい細密な配線パターンを形成することが可能である。

【0067】さらに、厚膜導電層3および薄膜導電層5は同一面となるように形成されており、大電流回路および小電流回路を容易に同時に作製することが可能である。

【0068】以上のように、本発明に係る複合絶縁金属基板によって、配線幅の小さい大電流回路と細密な配線パターンの小電流回路とを同時に作製することが可能となっている。

【0069】上述した、本発明に係る複合絶縁金属基板において厚膜導電層3の厚さが大きいことの効果を、従来の金属基板と比較して説明する。

【0070】下表2は、従来の金属基板の場合と、本発明に係る複合絶縁金属基板の場合の両方について、導電層の幅と厚さから算出される導電層の断面積を示したものである。本発明に係る金属基板の場合については、厚膜導電層3について示している。

【0071】

【表2】

表 2

導電層の幅 (mm)	導電層の断面積(mm <sup>2</sup> )					
	従来の金属板	本発明の複合絶縁金属基板(厚膜導電層側)				
	導電層の厚さ: 0.14mm	導電層の厚さ: 0.2mm	導電層の厚さ: 0.3mm	導電層の厚さ: 0.5mm	導電層の厚さ: 1.0mm	導電層の厚さ: 2.0mm
0.5	0.07	0.1	0.15	0.25	0.5	1.0
1	0.14	0.2	0.3	0.5	0.1	2.0
1.5	0.21	0.3	0.45	0.75	1.5	3.0
2.0	0.28	0.4	0.6	1.0	2.0	4.0
2.5	0.35	0.5	0.75	1.25	2.5	5.0
3.0	0.42	0.6	0.9	1.5	3.0	6.0
3.5	0.49	0.7	1.05	1.75	3.5	7.0
4.0	0.56	0.8	1.2	2.0	4.0	8.0
5.0	0.70	1.0	1.5	2.5	5.0	10
6.0	0.84	1.2	1.8	3.0	6.0	12

【0072】上表2において、導電層の幅が0.5mm～6.0mmの場合について算出している。また、導電層の厚さについては、従来の金属基板については典型的な値である0.14mmとし、本発明の金属基板につい

ては厚膜導電層3の厚さである0.2mm～2.0mmとしている。

【0073】表2において、例えば導電層の断面積として約0.5mm<sup>2</sup>（これは、従来の金属基板において、

約 70 A の電流を流すために必要な断面積である)が必要だとすると、従来の金属基板においては導電層の幅は約 3.5 mm となることが分かる。一方、本発明に係る金属基板においては、厚さ 1.0 mm の厚膜導電層 3 を形成すれば、同じ 0.5 mm<sup>2</sup> の断面積を得るのに導電層の幅は 0.5 mm で済むことが分かる。

【0074】このように、本発明においては、従来の金属基板と比較して、大電流回路における導電層の幅、つまり配線幅を大幅に小さくすることができる。

【0075】また、本発明に係る複合絶縁金属基板においては、大電流回路側において熱伝導率が 1.4 W/m・℃ 以上であるような熱伝導性の高い第 1 の絶縁層 2 を厚膜導電層 3 の下に配置し、小電流回路側において第 1 の絶縁層 2 よりも熱伝導率が小さい第 2 の絶縁層 4 を薄膜導電層 5 の下に配置している。

【0076】こうすることによって、大電流回路で動作中に発生する熱を第 1 の絶縁層 2 を通して効率良く放熱用の金属板 1 へと逃すことができるとともに、発生した熱が第 2 の絶縁層 4 を通って小電流回路側に流れ小電流回路の温度が増加することを抑えることができる。

【0077】また、本発明に係る複合絶縁金属基板においては、小電流回路側において誘電率が 5 以下であるような誘電率の小さい第 2 の絶縁層 4 を薄膜導電層 5 の下に配置している。

【0078】こうすることによって、小電流回路側での電気的特性、例えば信号回路の伝達特性などを良好なものとすることができる。

【0079】以上、述べたように、本発明によって、高熱伝導性と低誘電率化の両方を備える複合絶縁金属基板が実現される。

【0080】また、本発明においては、第 1、第 2 の絶縁層 2、4 を、樹脂系絶縁材料から形成している。そのため、樹脂系絶縁材料に添加する充填剤の種類および添加量を調製することによって、絶縁層 2、4 の熱伝導率および誘電率を容易に所望の値に調製することができる。

【0081】小電流回路側における第 2 の絶縁層 2 の誘電率が低いことの利点を、以下の説明によって詳しく示す。

【0082】高周波領域で用いる機器(例えば、10 kHz ~ 数 100 kHz の周波数で用いるインバータなどのような通常の電気機器)では、回路が高密度化することとともない、回路から発生する熱を放散することとともに、回路の誘電損失を低減することが大事である。高周波領域での課電と、課電に伴い発生する誘電損失は、基板の静電容量および誘電正接に比例する。

【0083】つまり、誘電損失を減らすためには、基板の静電容量および誘電正接を低くすることが必要である。この誘電正接は静電容量 C に比例する。従って、誘電損失を減らすためには、結局、基板の静電容量、すな

わち基板に用いる材料の誘電率  $\epsilon$  を低くすれば良いことが分かる。

【0084】また、信号回路においては電気信号の伝搬速度が大きい方が良い。伝搬速度は、基板の誘電率  $\epsilon$  が小さいほど大きくなる。

【0085】さらに、複合絶縁金属基板上に作製される回路間、または回路と放熱用金属板との間における放電電荷量 Q は、下式に従って、基板の静電容量に比例する。

$$【0086】Q = C \cdot dV$$

ここで、C は基板の静電容量、dV は放電による電圧降下である。

【0087】上式より、放電による電荷量を減らすためには、基板の静電容量、すなわち基板に用いる材料の誘電率を低くすれば良いことが分かる。

【0088】以上、説明したように、小電流回路側における第 2 の絶縁層 2 の誘電率は低い方が良いことが分かる。

【0089】以上、説明したように、本発明においては、大電流回路側に熱伝導性の高い第 1 の絶縁層 2 を配置し、小電流回路側に誘電率の小さい第 2 の絶縁層 4 を配置することによって、高熱伝導性と低誘電率化の両方を備える複合絶縁金属基板を実現している。

【0090】次に、本発明に係る複合絶縁金属基板の製造方法の一例について、説明する。なお、以下の説明は、例として第 3 の絶縁層 7 を備えた構造の複合絶縁金属基板を製造する場合について、図 2 ~ 図 4 を参照しながら行う。

【0091】(a) 第 1 の樹脂系絶縁材料からなるシートを放熱用金属板 1 の上に配置する。配置したのち加熱などによって第 1 の樹脂系絶縁材料を完全に硬化させて、第 1 の絶縁層 2 を形成する。

【0092】(b) 第 3 の樹脂系絶縁材料を第 1 の絶縁層 2 上に均一に塗布するか、または、第 3 の樹脂系絶縁材料からなるシートを第 1 の絶縁層 2 の上に配置する。

【0093】(c) 第 3 の樹脂系絶縁材料が未硬化のうちに、第 3 の樹脂系絶縁材料の上に例えば、金属の板の形態の厚膜導電層 3 を貼り付ける。そして、この厚膜導電層 3 に近接するように第 2 の樹脂系絶縁材料からなるシートを配置して、このシートの上に、例えば金属の板の形態の第 1 の薄膜導電層 5 を配置する。または、厚膜導電層 3 に近接するように、例えば金属の板の形態の第 1 の薄膜導電層 3、第 2 の樹脂系絶縁材料からなるシート、および金属の板の形態の第 2 の薄膜導電層 6 を積層して配置する。なお、第 2 の薄膜導電層 6 には図 4 に示すような配線パターン 13 が形成されていても良い。

【0094】(d) 以上のように配置したのち、全体を加圧した状態で加熱することによって、未硬化の第 2、第 3 の樹脂系絶縁材料を硬化させて全体を接合し一体化する。

【0095】(e)(d)のようにして接合したのち、後述する配線パターンを形成する方法によって、図4に示すように厚膜導電層、第1の薄膜導電層上に配線9、11を形成する。

【0096】以上の(a)～(d)の工程によって、本発明に係る複合絶縁金属基板が製造される。

【0097】次に、本発明に係る複合絶縁金属基板の製造方法の他の例について、説明する。なお、以下の説明は、例として第3の樹脂系絶縁材料を備えた構造の複合絶縁金属基板を製造する場合について、図2～図4を参照しながら行う。

【0098】(a')第1の樹脂系絶縁材料からなるシートを放熱用金属板1の上に配置したのち、加熱などによって第1の樹脂系絶縁材料を完全に硬化させて、第1の絶縁層2を形成する。

【0099】(b')第3の樹脂系絶縁材料を、第1の絶縁層2の上に例えば均一に塗布して形成する。第3の樹脂系絶縁材料が未硬化のうちに、例えば金属の板の形態の厚膜導電層を配置する。

【0100】(c')第2の樹脂系絶縁材料からなるシート的一方または両方の面に第1または第2の薄膜導電層5、6が形成された構造物を、別に作製しておく。

【0101】作製の仕方としては、例えば、第2の樹脂系絶縁材料のシート的一方または両方の面に、金属の板の形態の第1または第2の薄膜導電層5、6を貼り付けるか、または、金属の板の形態の第1の薄膜導電層5の表面に第2の樹脂系絶縁材料を塗布したのちに金属の板の第2の薄膜導電層6を貼り付けるなどが挙げられる。

【0102】以上のようにして作製した構造物は、その全体の厚さが厚膜導電層3の厚さと同じになるように作製する。作製ののち、後述する配線パターンを形成する方法によって、第1および第2の薄膜導電層5、6の一方または両方に図4に示すような配線11または13を形成する。両方の薄膜導電層に配線11、13を形成したときには、レーザー加工などによって前述の貫通孔14をさらに形成したのちに、メッキ法によって図4に示すように貫通孔14の側面に導電材料15を形成しても良い。

【0103】(d')第3の樹脂系絶縁材料が未硬化のうちに、(c')で作製した構造物を、厚膜導電層3と\*

\*近接するように、第3の樹脂系絶縁材料の上に配置する。配置は、構造物の第1の薄膜導電層が形成されていない面が第3の樹脂系絶縁材料と接触するようにして行う。

【0104】(e')(d')のようにして配置したのち全体を加圧した状態で加熱することによって、未硬化の第3の樹脂系絶縁材料を硬化させて全体を接合一体化する。

【0105】(f')(e')のようにして接合したのち、後述する配線パターンを形成する方法によって、図4に示すように厚膜導電層3上に配線9を形成する。

【0106】以上の(a')～(f')の工程によって、本発明に係る複合絶縁金属基板が製造される。

【0107】次に、厚膜導電層3、ならびに薄膜導電層5および6を加工して配線パターンを形成する方法について説明する。

【0108】厚膜導電層3を大電流回路に用いる配線に加工する方法としては、通常の印刷回路製造方法で用いられているエッチング加工、リードフレームを持つ打ち抜き加工、および半打ち抜き状態にした後のエッチング加工などが挙げられる。

【0109】エッチング加工は、厚膜導電層3を0.5mm以下の幅の配線に加工するとき用いることができる。また、打ち抜き加工および半打ち抜き状態のあとに行うエッチング加工は、厚膜導電層3を0.5mmを上回る幅の配線に加工するとき用いることもできる。

【0110】薄膜導電層を小電流回路に用いる配線に加工する方法としては、上述の通常の印刷回路製造方法で用いられているエッチング加工などが挙げられる。

【0111】

【実施例】本発明に係る複合絶縁金属基板の全体としての熱伝導性を、シミュレーションによって評価した。シミュレーションによる評価は、以下のようにして行った。

【0112】(1)まず、下表3に示すような組成を有する第1、第2、および第3の樹脂系絶縁材料をそれぞれ作製した。各樹脂系絶縁材料について測定した熱伝導率および誘電率の値も、表3に示す。

【0113】

【表3】

表 3

			第1の 樹脂系絶縁材料	第2の 樹脂系絶縁材料	第3の 樹脂系絶縁材料
組成(重量部)	樹脂	フェノールノボラック型 エポキシ樹脂	30	30	30
		ビスフェノール型 エポキシ樹脂	15	15	15
		クレゾールノボラック型 エポキシ樹脂	57	57	57
	促進剤	イミダゾール	0.1	0.1	0.1
	充填剤	アルミナ	409	48	239
		シリカ	—	191	—
	樹脂／充填剤(重量%)		20／80	30／70	30／70
熱伝導率(W/m・℃)		1.8	1.14	1.5	
誘電率(1kHz/1MHz)		7.2/6.9	4.2/3.9	6.6/6.3	

【0114】(2) 上述のようにして作製した第1～第3の樹脂系絶縁材料を用いて図3に示す構造の複合絶縁金属基板を作製した場合における、厚膜導電層3側および薄膜導電層5側での熱伝導率をシミュレーションした。

【0115】シミュレーションの際、第1～第3の絶縁\*

\* 層2、4、7の厚さ、および厚膜導電層3、薄膜導電層5、放熱用の金属板1の厚さは、下表4に示すような値であるとした。

【0116】

【表4】

表 4

本発明の 複合絶縁金属基板の 構造例	各層の厚さ(mm)		各層の熱伝導率 (W/m <sup>2</sup> ・℃)
	厚膜導電層側	薄膜導電層側	
導電層	1	0.035	416
第2の絶縁層	—	1	1.1
第3の絶縁層	0.05	0.05	1.5
第1の絶縁層	0.15	0.15	1.8
放熱用金属板	2	2	238

【0117】(3) シミュレーションは、以下のようにして行った。

【0118】(i) まず、厚膜導電層3側および薄膜導電層5側の両方について、熱伝導についての等価回路図を作成した。

【0119】図7(a)は、厚膜導電層3側の構造を示す模式図であり、図7(b)は、図7(a)に基いて作成された厚膜導電層3側の熱伝導についての等価回路図である。

【0120】図7(a)、(b)において、T<sub>a</sub>は厚膜導電層3、T<sub>1</sub>は第1の絶縁層2、T<sub>3</sub>は第3の絶縁層7、T<sub>b</sub>は放熱用金属板1を示す。kは熱伝導率を示し、kの添え数字によって、厚膜導電層3、第1および第3の絶縁層2および7、放熱用金属板1の各部位の熱伝導率であることを示す。また、d<sub>x</sub>は各部位の厚さを示し、d<sub>x</sub>の添え数字によって各部位の厚さであることを示す。d<sub>x</sub>/kは各部位の熱抵抗を示し、添え数字によって各部位での熱抵抗であることを示す。また、Vは各部位の体積分率(今の場合、全体の厚さに対する各部位の厚さの割合)を示し、添え数字によって各部位の体積分率であることを示す。dTは全体に渡る温度差を示す

(1/k<sub>thick</sub>)

※す。

30 【0121】図8(a)は、薄膜導電層5側の構造を示す模式図であり、図8(b)は、図8(a)に基いて作成された薄膜導電層5側の熱伝導についての等価回路図である。

【0122】図8(a)、(b)において、T<sub>a</sub>は薄膜導電層5、T<sub>1</sub>は第1の絶縁層2、T<sub>2</sub>は第2の絶縁層4、T<sub>3</sub>は第3の絶縁層7、T<sub>b</sub>は放熱用金属板1を示す。kは熱伝導率を示し、kの添え数字によって薄膜導電層5、第1～第3の絶縁層2～7、および放熱用金属板1の各部位の熱伝導率であることを示す。また、d<sub>x</sub>、d<sub>x</sub>/k、V、dTについては、図7(a)、(b)の厚膜導電層3の場合について述べたことと同様である。

【0123】(ii) 次に、図7(b)の等価回路に基いて、厚膜導電層3側の全体の熱伝導率(k<sub>thick</sub>)を以下のようにして求めた。

【0124】まず、厚膜導電層3側の全体の熱流速(1/k<sub>thick</sub>)は以下のようにして求められる。

【0125】



15

$$= \{ (dx_a / k_a) + (dx_1 / k_1) + (dx_3 / k_3) + (dx_b / k_b) \} / (dx_a + dx_1 + dx_3 + dx_b) \\ = (V_a / k_a) + (V_1 / k_1) + (V_3 / k_3) + (V_b / k_b)$$

ここで、各部位の体積分率  $V_a$ 、 $V_1$ 、 $V_3$ 、 $V_b$  は、  
表3に示した値を参照して、以下のように求められる。

$$【0126】 V_a = 1 / (1 + 0.05 + 0.15 + 2) = 1 / 3.2, V_1 = 0.15 / 3.2, V_3 =$$

$$(1 / k_{thick})$$

$$= \{ 1 / (416 \times 3.2) \} + \{ 0.05 / (1.5 \times 3.2) \} + \{ 0.15 / (1.8 \times 3.2) \} + \{ 2 / (238 \times 3.2) \} \\ = 0.1389$$

すなわち、厚膜導電層3側の全体の熱伝導率  $k_{thick}$  は、

$$k_{thick} = 1 / 0.1389 = 7.2 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$$

【0129】なお、この熱伝導率は、熱流束が各部位を上下に垂直に通過する場合の値である。実際には、厚膜※

$$(1 / k_{thick})$$

$$= \{ 0.05 / (1.5 \times 0.2) \} + \{ 0.15 / (1.8 \times 0.2) \} \\ = 0.587$$

すなわち、実際には、厚膜導電層3側の全体の導電率  $k_{thick}$  は、 $k_{thick} = 1 / 0.587 = 1.7 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$  となる。

【0131】(iii) 次に、図8(b)の等価回路に基いて、薄膜導電層5側の全体の熱伝導率 ( $k_{thin}$ ) を★

$$(1 / k_{thin})$$

$$= \{ (dx_c / k_c) + (dx_1 / k_1) + (dx_3 / k_3) + (dx_2 / k_2) + (dx_b / k_b) \} / (dx_c + dx_2 + dx_3 + dx_c + dx_b) \\ = (V_c / k_c) + (V_1 / k_1) + (V_3 / k_3) + (V_2 / k_2) + (V_b / k_b)$$

ここで、各部位の体積分率  $V_c$ 、 $V_1$ 、 $V_3$ 、 $V_2$ 、 $V_b$  は、表3に示した値を参照して、以下のように求められる。

$$【0134】 V_c = 0.035 / (0.035 + 1 + 0.05 + 0.15 + 2) = 0.035 / 3.235, V_1 = 1 / 3.235, V_3 = 0.05 / 3.235, ☆$$

$$(1 / k_{thin})$$

$$= \{ 0.035 / (416 \times 3.235) \} + \{ 1 / (1.1 \times 3.235) \} + \{ 0.05 / (1.5 \times 3.235) \} + \{ 0.15 / (1.8 \times 3.235) \} + \{ 2 / (238 \times 3.235) \} \\ = 0.3197$$

すなわち、薄膜導電層5側の全体の導電率  $k_{thin}$  は、 $k_{thin} = 1 / 0.3197 = 3.13 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$  となる。

【0137】なお、厚膜導電層3の場合と同様に、この熱伝導率は熱流束が各部位を上下に垂直に通過する場合◆

$$(1 / k_{thin})$$

$$= \{ 1 / (1.1 \times 1.2) \} + \{ 0.05 / (1.5 \times 1.2) \} + \{ 0.15 / (1.8 \times 1.2) \} \\ = 0.855$$

すなわち、実際には、薄膜導電層5側の全体の導電率  $k_{thin}$  は、 $k_{thin} = 1 / 0.855 = 1.17 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$

16

\*  $0.05 / 3.2$ 、 $V_b = 2 / 3.2$ 、である。

【0127】以上の体積分率の値を用いて、厚膜導電層3側の全体の熱流速 ( $1 / k_{thick}$ ) を求める。

【0128】

※導電層3および放熱用金属板1から熱が拡散および放熱するので、厚膜導電層3および放熱用金属板1での熱伝導率は無視できる。

【0130】従って、

★以下のようにして求めた。

【0132】まず、薄膜導電層5側の全体の熱流速 ( $1 / k_{thin}$ ) は以下のようにして求められる。

【0133】

☆  $V_2 = 0.15 / 3.235$ 、 $V_b = 2 / 3.235$ 、である。

【0135】以上の体積分率の値を用いて、薄膜導電層5側の全体の熱流速 ( $1 / k_{thin}$ ) を求める。

【0136】

◆の値である。実際には、薄膜導電層5および放熱用金属板1から熱が拡散および放熱するので、薄膜導電層5および放熱用金属板1での熱伝導率は無視できる。

【0138】従って、

【0139】以上のシミュレーション結果をまとめる

と、厚膜導電層 3 側の全体の熱伝導率  $k_{thick}$  は  $1.7 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ 、薄膜導電層 5 側の全体の熱伝導率  $k_{thin}$  は、 $1.17 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$  となることが得られた。

【0140】厚膜導電層側における熱伝導率の値は、実際に複合絶縁金属基板を使用する上で十分高い値であり、満足のできるものである。

【0141】すなわち、厚膜導電層 3 側の大電流回路で発生した熱の大部分は、厚膜導電層 3 の下の熱伝導率の高い絶縁層 7、2 を通って放熱用金属板 1 から放熱されることが予想される。

【0142】また、薄膜導電層 5 側の全体の熱伝導率は厚膜導電層 3 側のそれよりも低いために、大電流回路で発生した熱が薄膜導電層 3 側つまり小電流回路へと移動することが抑えられ、小電流回路側での温度の増加が少ないことが十分に期待できる。このように小電流回路での温度の増加が少ないことによって、小電流回路での安定した動作、および高い信頼性が期待できる。

【0143】以上、説明したように、シミュレーションによって本発明に係る複合絶縁金属基板の良好な熱伝導性が確認された。

【0144】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によって、細密なパターンの大電流回路および小電流回路を同時に作製することが可能な複合絶縁金属基板が提供される。

【図面の簡単な説明】

\* 【図 1】本発明に係る複合絶縁金属基板の一例を示す図。

【図 2】本発明に係る複合絶縁金属基板の他の例を示す図。

【図 3】本発明に係る複合絶縁金属基板の他の例を示す図。

【図 4】本発明に係る複合絶縁金属基板の他の例を示す図。

【図 5】本発明に係る複合絶縁金属基板の他の例を示す図。

【図 6】本発明に係る複合絶縁金属基板の熱伝導率をシミュレーションするための等価回路を示すための図。

【図 7】本発明に係る複合絶縁金属基板の熱伝導率をシミュレーションするための等価回路を示すための図。

【符号の説明】

1…放熱用金属板

2…第 1 の絶縁層

3…厚膜導電層 3

4…第 2 の絶縁層

5…薄膜導電層

6…第 2 の薄膜層

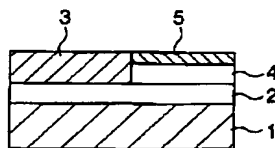
7…第 3 の絶縁層

9、11、13…配線

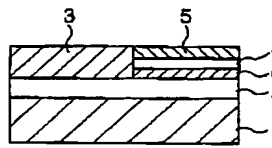
14…貫通孔

15…導電材料

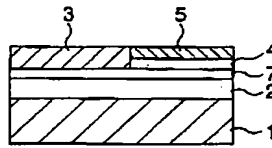
【図 1】



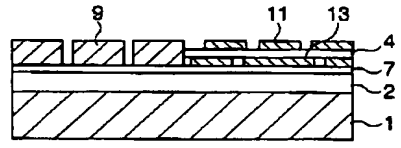
【図 2】



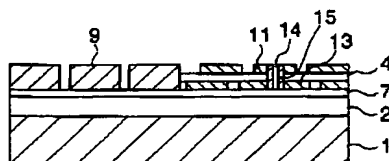
【図 3】



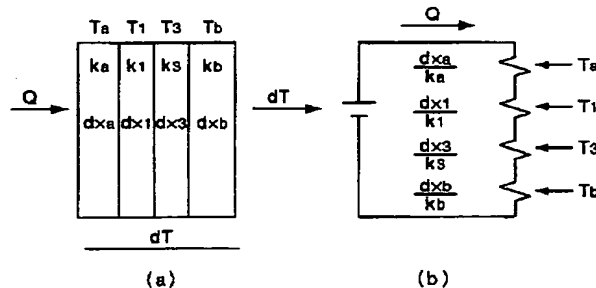
【図 4】



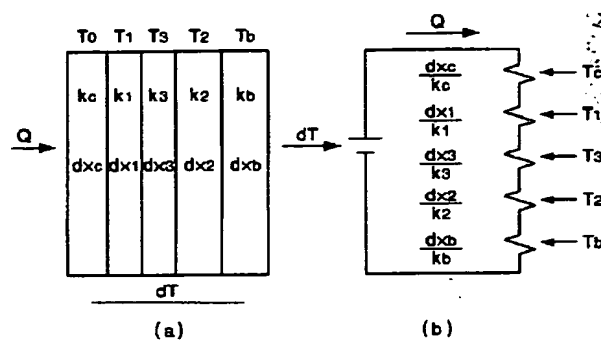
【図 5】



【図 6】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5E315 AA03 AA10 AA13 BB01 BB03  
 BB10 BB15 BB16 BB18 CC14  
 DD13 DD15 DD17 GG20  
 5E338 AA01 AA16 AA18 BB63 BB71  
 BB75 CC01 CC04 CD02 EE02  
 EE32